

**Octroolnummer:** DE 4433103  
**Publicatiedatum:** 1996-03-21  
**Uitvinder:** RAMBAUSEK NORBERT (DE); BABUKE GERHARD (DE); ECKOLDT DIETMAR DR (DE); FUCHS HELMUT PROF DR (DE); SCHNEIDER WALTER (DE)  
**Aanvrager:** FRAUNHOFER GES FORSCHUNG (DE)  
**Classificatie:**  
- internationaal: G10K11/162; E04B1/82  
- europees: E04B1/82D; E04B1/84; G10K11/162  
**Aanvraagnummer:** DE19944433103 19940916  
**Prioriteitsnummer(s):** DE19944433103 19940916

**Uittreksel van DE4433103**

A sound absorbing porous body is mfd. by filling a mould with dry loose foamed glass particles, opt. with a liq. inorganic binder, and hardening. By vibrating the mould during the process, the particles can be tightly compacted together.

19) BUNDESREPUB  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

12) Offenlegungsschrift  
10) DE 44 33 103 A 1

51) Int. Cl.<sup>6</sup>:  
G 10 K 11/162  
E 04 B 1/82

21) Aktenzeichen: P 44 33 103.7  
22) Anmeldetag: 16. 9. 94  
43) Offenlegungstag: 21. 3. 98

DE 44 33 103 A 1

71) Anmelder:  
Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der  
angewandten Forschung e.V., 80636 München, DE

72) Erfinder:  
Babuke, Gerhard, 71263 Weil der Stadt, DE; Eckoldt,  
Dietmar, Dr., 71134 Aidlingen, DE; Fuchs, Helmut,  
Prof. Dr., 71093 Weil im Schönbuch, DE; Rambausek,  
Norbert, 71263 Weil der Stadt, DE; Schneider,  
Walter, 70794 Filderstadt, DE

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54) Schallabsorbierendes Bauteil

57) Die Erfindung betrifft ein schallabsorbierendes poröses  
Bauteil aus geblähtem oder aufgeschäumtem Glas als  
Material für das Bauteil.

DE 44 33 103 A 1

# Bezeichnung

Die Erfindung betrifft ein schallabsorbierendes Bauteil, bzw. die Verwendung eines speziellen Materials hierfür und Ausgestaltungen des Bauteils

## 1. Konventionelle homogene Absorber

Schallabsorbierende Bauteile, in denen Luftschall-Wellen durch Reibung in einer mehr oder weniger homogenen Schicht aus faserigem oder porösem Material absorbiert werden, findet man in großem Umfang als eigenständigen Baustein (mit Gehäuse, Rahmen, Abdeckung) z. B. in Trennwänden, Abschrinrichtungen und Kulissen im Freien, in geschlossenen Räumen und Kanälen, als Vorsatzelement vor Wänden von Kapseln, Kabinen und Kanälen sowie als Auskleidung von beliebig geformten zwei- oder dreidimensionalen Strukturen. Als Material werden vor allem gem. Bild 1 künstliche Mineralfasern (KMF) und offenporige organische Weichschäume (OWS) verwendet. Sie sind preisgünstig herstellbar und in vielen Anwendungen einfach und flexibel zu verarbeiten. Im Kühlturm eines einzigen Kraftwerks können z. B. bis zu 700 Tonnen KMF in Schalldämpfern eingesetzt werden.

## 2. Probleme mit KMF-Bauteilen

Die Herstellung von KMF, ihre Formatierung als Platten- und Mattenware sowie ihre Verarbeitung durch Zuschchnitt, Formgebung, Stopfen und Abdecken belasten die Umwelt durch den unvermeidlichen Abrieb feiner Faser-Partikel. In der heutigen Zusammensetzung sind KMF, wie sie u. a. auch als Schallabsorber eingesetzt werden, als krebserzeugend im Verdacht. Der Umgang mit ihnen unterliegt einer Reihe von Sicherheitsvorkehrungen, welche die Verarbeitung erschweren.

## 3. Probleme mit OWS-Bauteilen

Die Herstellung und Verarbeitung von OWS kann zwar relativ umweltfreundlich erfolgen. Allerdings können gewisse Ausdünstungen auch noch Wochen und Monate nach dem Einbau in schallabsorbierenden Bauteilen an Arbeitsplätzen und in geschlossenen Räumen zu Belästigungen führen. Ein besonderes Problem stellt bei OWS auch die Temperaturbeständigkeit und der Brandschutz dar.

## 4. Probleme mit KMF- und OWS-Bauteilen

Beide konventionellen Schallabsorptions-Materialien werden zunächst als Platten-/Matten-/Quader-Ware konfektioniert und müssen zur Anpassung und zum Einbau in Bauteilen zugeschnitten werden. Das Stopfen der KMF in Kulissen- und Rohr-Schalldämpfer erfordert z. B. erhebliche Mühe und Sorgfalt. Beiden gemeinsam ist, daß bei schlechter/ungenauer Anpassung/ Stopfung in Gehäusen, Formen und Hüllen sowie ungenügender Befestigung an anderen Bauteilen ungewollt schädliche Hohlräume bleiben bzw. entstehen. Es ist auch schwierig, mit ihnen eine innige und dauerhafte Verbindung mit einem anderen Bauteil herzustellen. Auch lassen sich gewollte Hohlräume im Innern des Absorbers nur mit erheblichem Mehraufwand anfertigen und stabil aufrechterhalten. Beide Materialien lassen sich nur mit großem Aufwand durch entsprechende Abdeckungen

feuchtigkeits- und temperaturbeständig machen. Auch die mechanische und chemische Resistenz der Materialien selbst ist gering. Bei unsachgemäßer Verarbeitung können Mikro-Organismen in OWS und bei entsprechenden Ablagerungen auch in KMF reichlich Nährboden finden und so zu einer weiteren Gefährdung an Arbeitsplätzen und in der Umwelt führen. Schließlich sind Bauteile mit KMF- und OWS-Füllung schlecht rückführbar und wegen ihrer heterogenen Zusammensetzung und/oder möglicher Verschmutzungen während ihres Gebrauchs in der Regel als "Sondermüll" zu entsorgen.

## 5. Stand der Technik

Mit KMF gefüllte Absorber sind in Verruf geraten, weil Gesundheitsgefahren befürchtet werden. Nach Gebrauch sind sie Sondermüll, auch dann, wenn sie nicht durch Schadstoffe verschmutzt sind. Ersatz der KMF durch offenporigen Kunststoff-Schaum ist Stand der Technik: brennbare Polyester- oder Polyether-Schäume werden dort, wo Brandschutz eine untergeordnete Rolle spielt, eingesetzt. Versuche mit nicht brennbarem A2-Schaum auf Melaminharzbasis (B1) mit nachträglich implantiertem Keramik-Pulver laufen z.Z. bei einem großen Kulissen-Hersteller für lufttechnische Anlagen. Nachteilig ist die Temperaturunbeständigkeit des Melaminharzschaumes und sein hoher Preis in der A2-Variante. Außerdem krümelt das implantierte Keramik-Pulver, so daß die Kulisse einen zusätzlichen Rieselschutz benötigt. Nachteilig ist weiterhin, daß es für den A2-Schaum einen Patentschutz und nur einen Hersteller gibt. Bisher bekannte Kombinationen mit Platten-schwingern haben immer eine vollständige Füllung mit porösem Absorber hinter den Platten, was keine akustischen Vorteile bringt, aber materialaufwendig ist.

Aufgabe der Erfindung ist es ein Material bereitzustellen, das in einem vielseitig verwendbaren schallabsorbierendem Bauteil verwendbar ist, und günstige schallabsorbierende und mechanische Eigenschaften hat. Erfindungsgemäß wird dies durch die Verwendung eines Materials nach Anspruch 1 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen gekennzeichnet.

Das Schaum- oder Blähglas kann z. B. nach den EU-PS 052 693 oder 0 170 978 hergestellt sein.

## 6. Konstruktive Ausformungen des erfindungsgemäßen Schallabsorbers

### 6.1 Schüttgut lose

Das Bauteil ist z. B. eine Absorptionskulisse und besteht aus einem Metallrahmen und ist mit glattem oder gesicktem Lochblech, Lochgitter oder anderen akustisch transparenten Platten abgedeckt, dahinter ein Rieselschutz in akustisch wirksamer Ausführung, bestehend aus nicht brennbaren oder schwer entflammaren Materialien, die keine KMF enthalten, z. B. Melaminharzschaum und/oder sehr feinmaschigem Drahtgewebe. Der Rieselschutz umhüllt dann das erfindungsgemäße Material. Als Plattenresonatorkulisse besteht es ebenfalls aus Metallrahmen, Resonatorteil entweder separat oder in die Absorberkulisse integriert, vorzugsweise nur zum Teil mit porösem, faserfreiem Absorber gefüllt, abgedeckt durch die schwingfähigen Metallplatten.

## 6.2 Schüttgut gebunden

Aufbau der Kulissen wie unter 6.1, aber je nach Strömungs-, mechanischen und chemischen Anforderungen können die Halte- und Abdeckmaterialien teilweise oder ganz entfallen, wenn das Material als gebundenes Schüttgut den Beanspruchungen als selbsttragendes Teil gewachsen ist. Die Bindung erfolgt durch Sintern bei einer Temperatur von ca. 800° K und/oder Zugabe von Bindemitteln, z. B. anorganischen Bindemitteln wie Siliziumverbindungen z. B. Wasserglas oder auch resistente Kunststoffe.

## 6.3 Materialauswahl

Überall da, wo bisher von Metall-Halte-Bauteilen gesprochen wurde, lassen sich diese auch aus Kunststoffen, z. B. Polypropylen oder aus Holz-Werkstoffen oder anderen (z. B. im Innenausbau gebräuchlichen) Materialien herstellen, um die losen und/oder gebundenen Schüttgüter als Absorber aufzunehmen.

## 6.4 Einsatz

- als Wand-/Deckenelemente und Baffles zur Nachhallzeitregulierung,
- als Einbauten in Schalldämpfern,
- als Elemente für Trenn- und Abschirmwände,
- als Elemente von Lärmschutzwänden, Tunnelverkleidungen,
- als Elemente zur kombinierten Wärme- und Schallisolierung oder nur zur Schallisolierung,
- als Elemente von Schallschutz-Kapseln und -Kabinen.

Allen sind folgende Merkmale gemeinsam:

- Rahmen aus Glatt- oder Lochblech oder Kunststoff- oder Holz-/Holzbauplatten.
- Rieselschutz aus feinmaschigem Drahtgewebe (z. B. Fliegengitter) und/oder Folien und/oder schwer entflammbarem (B1) oder nicht brennbarem (A2 oder A1) Schaumstoff oder aus Faser-Vliesen/-Filzen ohne KMF. Der Rieselschutz ist akustisch transparent und/oder absorbierend ausgebildet.
- Füllung aus geblähten oder aufgeschäumten Glas, bevorzugt auch aus recyceltem Material.
- Die Füllung wird entweder lose oder mit geeignetem Bindemittel (z. B. Wasserglas) angemischt oder gesintert in die Kulissen eingefüllt.
- Kombination mit Plattenschwingern nicht in der herkömmlichen mit porösem Absorber gefüllten Form, sondern mit Hohlraum hinter den Platten, der entweder völlig unbedämpft ist oder nur eine Randbedämpfung aus Absorptionsmaterial hat.
- Der Rieselschutz kann so dimensioniert werden, daß er auch akustische Anforderungen erfüllt.
- Der Glasfüllstoff ist der Mineralwolle akustisch gleichwertig, was den für den industriellen Einsatz wichtigen Frequenzbereich von 200 bis 500 Hz betrifft, enthält aber keine Fasern (Bilder 2 und 3).
- Der Glasfüllstoff ist verrottungssicher, nicht brennbar (A1 od. A2) und billig im Vergleich zum A2-Schaumstoff.
- Die Kulisse wird mit B1-Schaum als Rieselschutz die Prüfung der Brandklasse A2 bestehen, mit nicht brennbarem Rieselschutz, z. B. feinmaschigem

Draht wird sich die Brandklasse A1 kommen können.

— Bei entsprechendem Bindemittel und/oder Sinterung wird evtl. das Schaumglas ohne Rieselschutz eingebaut werden können oder sogar selbsttragend ohne Rahmen als Kulisse verwendet werden können.

— Bei kombiniertem porösem und Platten-Absorber ist es besser und billiger, den Raum hinter dem Plattenschwinger nicht vollständig mit dem Schaumglas als Absorber zu füllen.

## 7. Vorteile des erfindungsgemäßen Schallabsorbers

- Das Schaumglas ist billig, nicht viel teurer als Mineralwolle.
- Es ist in loser wie auch gebundener Form als Bauschutt entsorgbar oder recyclebar.
- Wird als Rieselschutz Melaminharzschäum eingebaut, so ist dieser nach Gebrauch recyclebar oder schadstoffarm verbrennbar.
- Die Kulissen sind chemisch widerstandsfähig, also auch für die industrielle Anwendung (prozeßlufttechnische Anlagen) geeignet.
- Das Schüttgut paßt sich jeder Querschnittsform an, so sind z. B. Rohrschalldämpfer mit Schüttgutfüllung einfacher zu produzieren als die herkömmlich von Hand mit KMF gestopften, die Fertigungsgüte steigt.
- Füllgut und Rieselschutz enthalten keine KMF.
- Die Absorber sind reinigbar, verrottungssicher und hygienisch unbedenklich.

## Literatur

- [1] Köster, J.; Grunau, E.B.: Mineralfasern: Eine Gefahrenquelle. Expert Verlag, Ehningen, 1993.
- [2] Schallabsorbierendes Bauelement DE 27 58 041
- [3] Schalldämpfer-Box DE 34 04 208
- [4] Schallabsorbierendes Glas- oder Kunstglas-Bauteil DE 43 15 759
- [5] Mechel, F.; Kiesewetter, N.: Schallabsorber aus Kunststoff-Folie. Acustica 47 (1981), S. 83—88.
- [6] Schallabsorbierendes Bauelement DE 29 21 050
- [7] Schallabsorbierendes Bauelement DE 32 33 654
- [8] Fuchs, H.V.; Ackermann, U.; Frommhold, W.: Entwicklung von nicht-porösen Absorbern für den technischen Schallschutz. Bauphysik 11 (1989), S. 28—36.
- [9] Kang, J.: Mehrschichtige Folien-Absorber. Interner Bericht des Fraunhofer-Instituts für Bauphysik (IBP) 1993.

## Patentansprüche

1. Schallabsorbierendes poröses Bauteil gekennzeichnet durch die Verwendung von geblähtem oder aufgeschäumtem Glas als Material für das Bauteil.
2. Bauteil nach Anspruch 1, d.g.d. das Schaumglas als trockene, lose Schüttung in die vorbereitete Form des Bauteils einbringbar ist, oder mit Hilfe eines flüssigen anorganischen Bindemittels zunächst in eine Form des Bauteils gegossen ist und nach seiner Aushärtung selbst die gewünschte Form des Bauteils annimmt.
3. Bauteil nach den Ansprüchen 1—2, d.g.d. das Schaumglas in Verbindung mit einem zunächst flüssigen Bindemittel nach seiner Aushärtung selbst die

zumindest teilweise schalldurchlässige äußere Abdeckung/Form/Umhüllung bildet.

4. Bauteil nach Anspruch 3, d.g.d. die durch die äußere Form im Inneren des Bauteils gebildeten Hohlräume mit dem Schaumglas als trockene, lose Schüttung sind. 5

5. Bauteil nach Anspruch 1—4, d.g.d. das Schaumglas während/nach der Schüttung mittels Rütteln, Schleudern oder Einsatz von Vibratoren mechanisch so verdichtet wird, daß zwischen der äußeren Form des Bauteils und dem Granulat keine Hohlräume bleiben oder während der Nutzung des Bauteils entstehen können. 10

6. Bauteil nach Anspruch 1—5, d.g.d. das Schaumglas mit Hilfe des Bindemittels während dessen Aushärtung eine innige Verbindung mit einem anderen Bauteil eingeht und nach der Aushärtung dauerhaft behält. 15

7. Bauteil nach Anspruch 6, d.g.d. das andere Bauteil selbst ein schallabsorbierendes ist. 20

8. Bauteil nach Anspruch 6, d.g.d. das andere Bauteil selbst ein Teil eines schallabsorbierenden Bauteils ist.

9. Bauteil nach Anspruch 3, d.g.d. die durch das ausgehärtete Schaumglas gebildeten Hohlräume zu einem Teil eines anderen schallabsorbierenden Bauteils werden. 25

10. Bauteil nach Anspruch 3 und 4, d.g.d. das lose Schaumglasgranulat in den Hohlräumen zur Dämpfung eines anderen schallabsorbierenden Bauteils ausgebildet ist. 30

11. Bauteil nach Anspruch 1, d.g.d. die zumindest teilweise schalldurchlässige Umhüllung, z. B. als feinmaschiges Drahtgewebe, gleichzeitig als Rieseischutz gegenüber einem möglichen körnigen Abrieb aus der inneren Granulat-Schüttung ausgebildet ist. 35

12. Bauteil nach Anspruch 1—11, d.g.d. die Umhüllung in einem bestimmten Frequenzbereich schalldurchlässig, in einem anderen aber selbst schallabsorbierend ausgebildet ist. 40

13. Bauteil nach Anspruch 1—12, d.g.d. es durch entsprechende Wahl des Schaumglasgranulats, gegebenenfalls des Bindemittels und gegebenenfalls der Umhüllung als Ganzes höchsten Brandschutzanforderungen genügt. 45

14. Bauteil nach Anspruch 1—12, d.g.d. es durch entsprechende Wahl des Granulats, gegebenenfalls des Bindemittels und gegebenenfalls der Umhüllung als Ganzes wetterbeständig (Regen/Frost/Wind) ausgebildet ist. 50

15. Bauteil nach Anspruch 1—12, d.g.d. es durch entsprechende Wahl des Granulats, gegebenenfalls des Bindemittels und gegebenenfalls der Umhüllung als Ganzes gegenüber mechanischer Beanspruchung abriebfest ausgebildet ist. 55

16. Bauteil nach Anspruch 1—12, d.g.d. es durch entsprechende Wahl des Granulats, gegebenenfalls des Bindemittels und gegebenenfalls der Umhüllung als Ganzes gegenüber chemischen Angriffen resistent ausgebildet ist. 60

17. Bauteil nach Anspruch 1—12, d.g.d. es durch entsprechende Wahl des Granulats, gegebenenfalls des Bindemittels und gegebenenfalls der Umhüllung als Ganzes gegenüber Mikro-Organismen resistent ausgebildet ist. 65

18. Bauteil nach Anspruch 1—12, d.g.d. es durch entsprechende Wahl des Bindemittels und gegebe-

nenfalls der Umhüllung als Ganzes keinerlei Ausdünstungen verursacht.

19. Bauteil nach Anspruch 1—12, d.g.d. es durch entsprechende Wahl des Granulats, gegebenenfalls des Bindemittels und gegebenenfalls der Umhüllung als Ganzes gleichzeitig als wärme-isolierendes Bauteil einsetzbar ist.

20. Bauteil nach Anspruch 1—12, d.g.d. es durch entsprechende Wahl des Granulats, gegebenenfalls des Bindemittels und gegebenenfalls der Umhüllung als Ganzes leicht entsorgbar ist.

21. Bauteil nach Anspruch 1—12, d.g.d. das Bindemittel ganz oder teilweise durch Sintern des Granulats ersetzt ist.

---

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

---

- Leerseite -

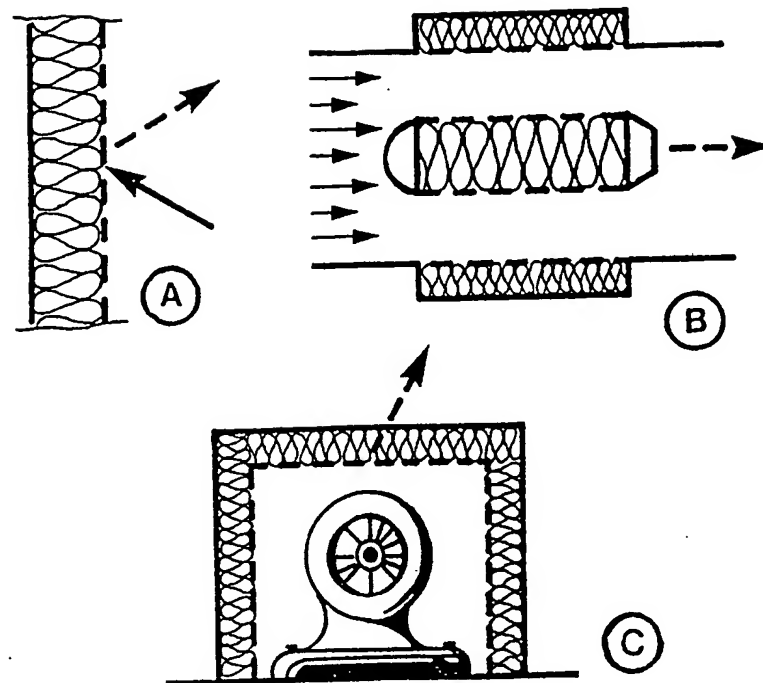


Bild 1: Konventionell aufgebaute Absorber für den technischen Schallschutz.

- A Wand-Auskleidung
- B Kulissen-Schalldämpfer
- C Schallschutz-Kapsel

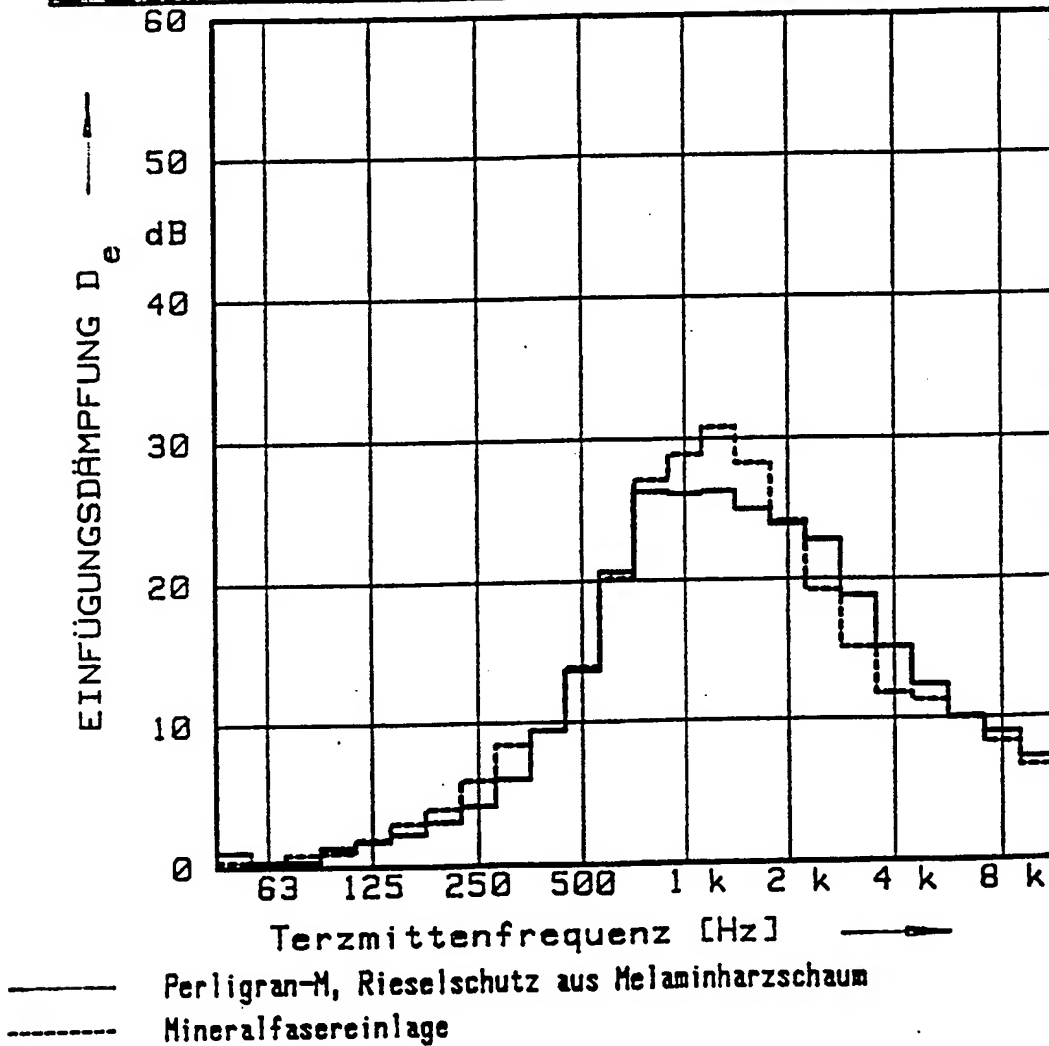
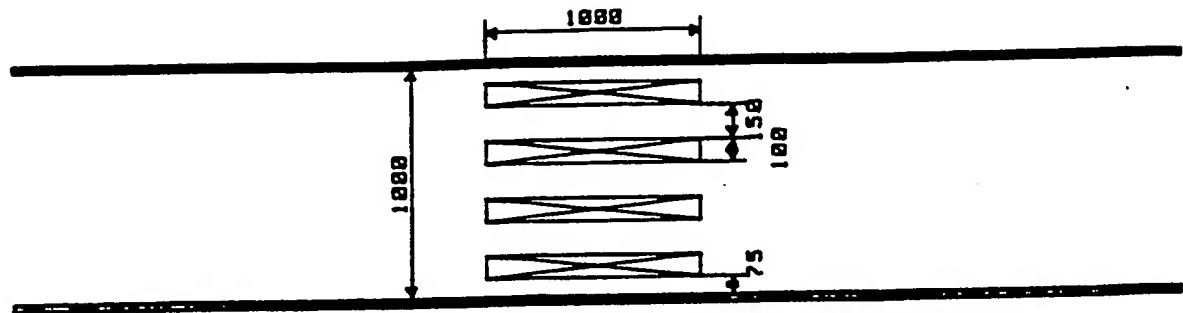
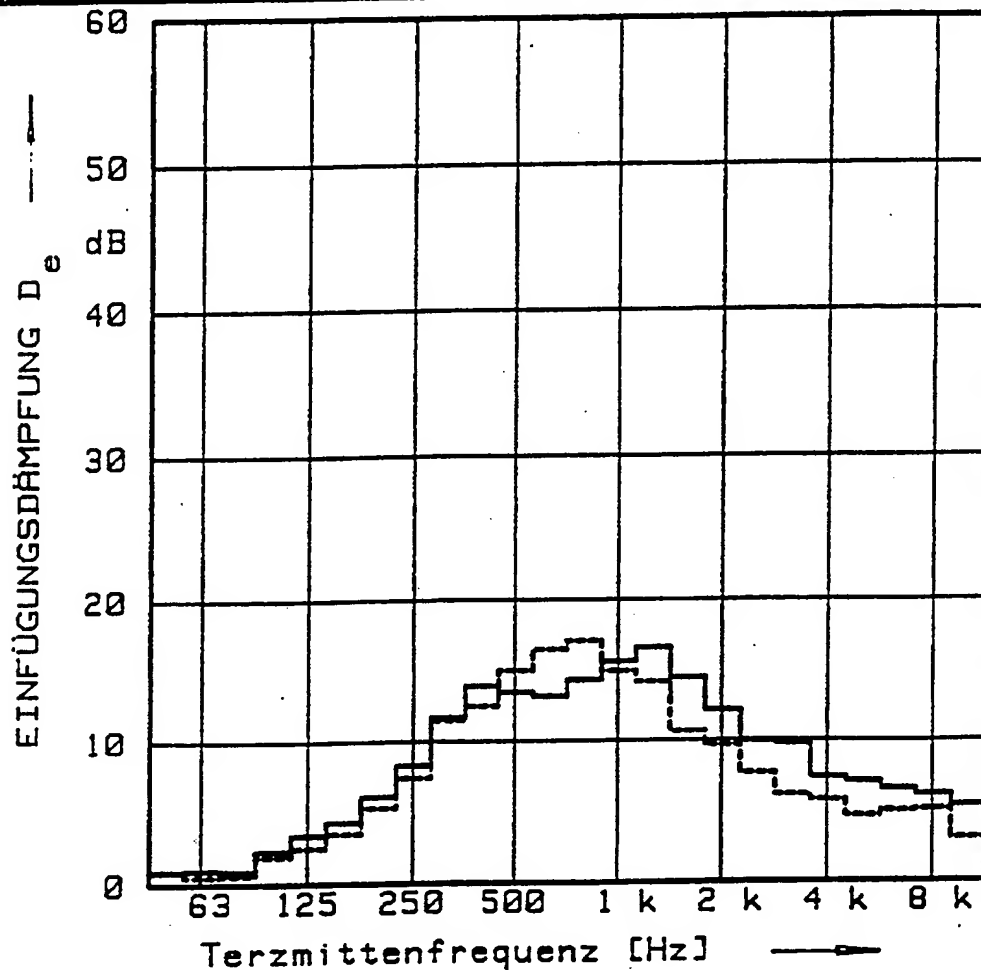
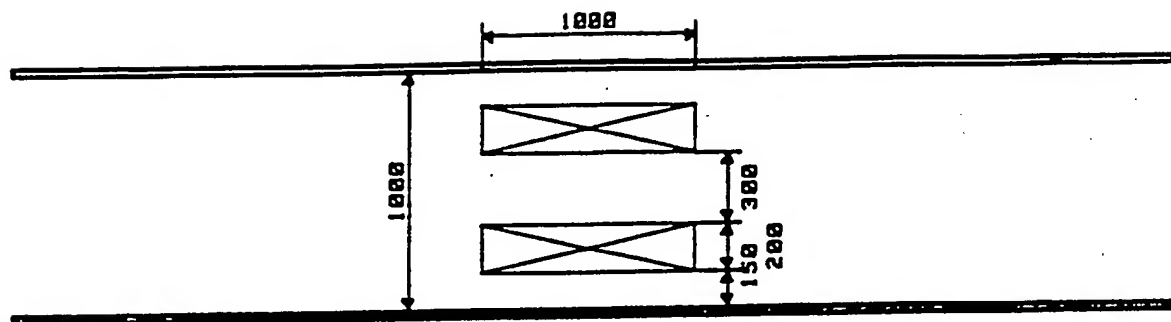


Bild 2: Vergleich der 100er Kulissen mit Schüttgut mit gütegeprüften Mineralwollekulissen.





— Perligran-M, 200er Kulissen mit Mittelblech  
 - - - Mineralfasereinlage

Bild 3: Vergleich der 200er Kulissen mit Schüttgut mit gütegeprüften Mineralwollekulissen.